



(19)

(11) Publication number: **2000049558 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **10210018**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/145 H03H 9/25 H03H 9/64**(22) Application date: **24.07.98**

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: **18.02.00**(84) Designated contracting  
states:(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**(72) Inventor: **YAMAZAKI TAKASHI**

(74) Representative:

**(54) SURFACE ACOUSTIC  
WAVE FILTER**

(57) Abstract:

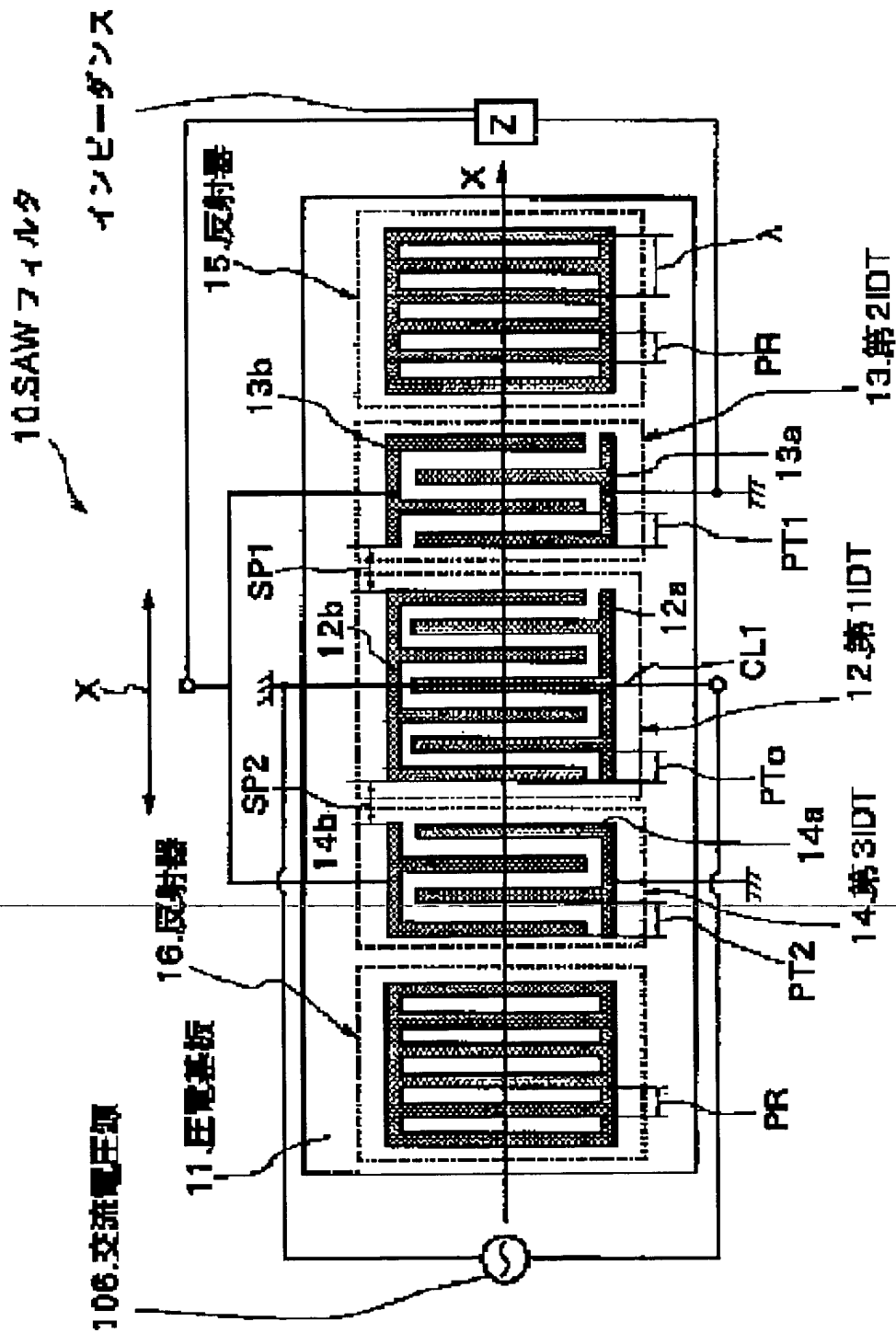
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To

provide a surface acoustic wave filter which sufficiently insures the low loss of an intra-passband frequency and the attenuation outside the passband.

**SOLUTION:** This surface acoustic wave filter 10 has a 1st interdigital electrode 12 formed on a piezoelectric substrate 11, 2nd and 3rd interdigital electrodes 13 and 14 which are in the transmitting direction of a surface acoustic wave and are provided on both sides of the electrode 12 and 1st and 2nd reflectors 15 and 16 which are provided on both sides of the transmitting direction of the surface acoustic wave with the electrodes 12 to 14 between themselves and the interval SP1 between the electrodes 12 and 13 and the interval SP2 between the electrodes 12 and 14 are formed in such a manner that SP

$1=SP2=n\lambda$  ( $n$ =natural number) or  
 $SP1=SP2=n\lambda+1/2\lambda$  ( $n$ =integer).

COPYRIGHT: (C)2000,JPO





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上に複数の電極指が所定のピッチで形成されている、電気信号を弾性表面波に変換する第1のすだれ状電極と、

弾性表面波の伝搬方向であって前記第1のすだれ状電極の両側にそれぞれ所定の間隔だけ離れて設けられていて、前記第1のすだれ状電極の電極指のピッチと異なるピッチで形成されている、前記第1のすだれ状電極から伝搬する弾性表面波を電気的信号に変換する第2のすだれ状電極及び第3のすだれ状電極と、

弾性表面波の伝搬方向両側にそれぞれ前記第1のすだれ状電極乃至第3のすだれ状電極を挟むように設けられていて、前記第1のすだれ状電極、前記第2のすだれ状電極及び前記第3のすだれ状電極の電極指のピッチと異なるピッチで形成されている、弾性表面波のエネルギーを閉じ込めるための第1反射器及び第2反射器と、を有する弾性表面波フィルタであって、弾性表面波の波長を $\lambda$ としたときに、前記第1のすだれ状電極と前記第2のすだれ状電極の間隔 $SP1$ 及び前記第1のすだれ状電極と前記第3のすだれ状電極との間隔 $SP2$ が、 $SP1=SP2=n\lambda$  ( $n$ =自然数)、あるいは $SP1=SP2=n\lambda+1/2\lambda$  ( $n$ =整数)になるように形成されていることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記第1のすだれ状電極のピッチ $PT0$ 、前記第2のすだれ状電極のピッチ $PT1$ 、前記第3のすだれ状電極のピッチ $PT2$ 及び第1反射器と第2反射器のピッチ $PR$ が、 $PT0 < PT1=PT2 < PR$ 、もしくは $PR < PT1=PT2 < PT0$ の関係になるように形成されている請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記第2のすだれ状電極の対数と前記第3のすだれ状電極の対数とが等しくなるように形成されている請求項1乃至請求項2のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 前記第2のすだれ状電極の対数 $M2$ と前記第1のすだれ状電極、前記第2のすだれ状電極及び前記第3のすだれ状電極の対数の総和 $M$ の関係は、 $M/M2$ がほぼ3~4の範囲にある請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 前記対数の総和 $M$ が $150 \leq M \leq 300$ 対の範囲内にある請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 前記第1のすだれ状電極と前記第2のすだれ状電極間及び前記第1のすだれ状電極と前記第3のすだれ状電極間にそれぞれ第1クロスバスパネル導体及び第2クロスバスパネル導体が設けられている請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項7】 圧電基板は、STカットあるいはKカットで形成された水晶板ある請求項1乃至請求項6のいづ

れかに記載の弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は弾性表面波 (Surface Acoustic wave) (以下、「SAW」と略す) フィルタの改良、特に、すだれ状電極 (Interdigital Transducer) (以下、「IDT」と略す) のピッチを改良した縦結合型SAWフィルタに関する。

10 【0002】

【従来の技術】近年、移動体通信の分野で帯域通過型フィルタとしてSAWフィルタが多く用いられている。帯域通過型フィルタには急峻でかつ十分な遮断特性が求められるため、一般的にはSAW共振器を用いたフィルタが多く用いられている。ここで、図8には従来の弾性表面波の一例の構成図を示しており、図8を参照して弾性表面波フィルタ1について説明する。

20 【0003】SAWフィルタ1は圧電基板2、第1IDT3、第2IDT4、第3IDT5、第1反射器6、第2反射器7等からなっていて、圧電基板2は例えば水晶板により形成されている。第1IDT3は圧電基板2のほぼ中央部に形成されており、入力端子に接続されている。入力端子から電圧が供給されると第1IDT3は矢印X方向に向かって弾性表面波を発生する。第2IDT4及び第3IDT5は、圧電基板2上であって弾性表面波の伝搬方向側に形成されている。第2IDT4及び第3IDT5は出力端子と接続されており、弾性表面波を電気信号に変換して外部に出力する。なお各IDT3、4、5及び各反射器6、7はそれぞれ所定のピッチでかつ所定の数の電極指が形成されている。この3個のIDTを有するいわゆる3IDT型SAWフィルタ1は、出力側負荷回路の負荷変動に対して周波数が安定であるという特性を有している。

30 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したように移動体通信機器やテレビ受像器等の通信システムに使用されているSAWフィルタは挿入損失が小さいこと、帯域外減衰量が大きいこと及び適当な帯域幅を有していることが条件となっている。

40 【0005】まず、通過帯域を広げるためには、第1反射器6と第2反射器7の間隔を広げて、各IDT3、4、5の対数を増やすことが考えられる。しかし、各IDT3、4、5の対数を増やしてしまうと、スプリアスが発生していわゆる周波数ジャンプによる通信不良を引き起こしてしまう。よって、SAWフィルタ1の広帯域化を図ることができないと同時にSAWフィルタ1の小型化を図ることができないという問題がある。

50 【0006】また、SAWフィルタ1には挿入損失が小さいことが要求されている。各IDT3、4、5の面積が大きくなると挿入損失が小さくなることは一般的に知

られており、電極指の交差幅をおおきくするか、もしくは対数を増やすことでIDTの面積を大きくすることができる。しかし、各IDTの面積が大きくなると必然的に圧電基板2の大きさも大きくなり、SAWフィルタ1の小型化が困難となる。

【0007】さらに、移動体通信機器において、通過させる周波数帯域は高周波数域でありしかも除去する帯域の周波数は隣接しているため、SAWフィルタには急峻でかつ十分な遮断特性が要求される。しかし、SAWフィルタ1において、IDTの対数を多くすると、各IDT3、4、5内における内部反射により生じるスプリアスにより、通過周波数帯域より低い周波数での十分な減衰量が得られないため前記3個のIDTを持つSAWフィルタ1において、通過帯域より低周波数側において急峻でかつ十分な遮断特性が得られないという問題がある。

【0008】そこで本発明は低損失化と通過帯域外における減衰量を十分に確保するSAWフィルタを提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、圧電基板上に複数の電極指が所定のピッチで形成されている、電気信号を弾性表面波に変換する第 1 のすだれ状電極と、弾性表面波の伝搬方向であって前記第 1 のすだれ状電極の両側にそれぞれ所定の間隔だけ離れて設けられていて、前記第 1 のすだれ状電極の電極指のピッチと異なるピッチで形成されている、前記第 1 のすだれ状電極から伝搬する弾性表面波を電氣的信号に変換する第 2 のすだれ状電極及び第 3 のすだれ状電極と、弾性表面波の伝搬方向両側にそれぞれ前記第 1 のすだれ状電極乃至第 3 のすだれ状電極を挟むように設けられていて、前記第 1 のすだれ状電極、前記第 2 のすだれ状電極及び前記第 3 のすだれ状電極の電極指のピッチと異なるピッチで形成されている、弾性表面波のエネルギーを閉じ込めるための第 1 反射器及び第 2 反射器と、を有する弾性表面波フィルタであって、弾性表面波の波長を  $\lambda$  としたときに、前記第 1 のすだれ状電極と前記第 2 のすだれ状電極の間隔  $SP1$  及び前記第 1 のすだれ状電極と前記第 3 のすだれ状電極との間隔  $SP2$  が、 $SP1 = SP2 = n\lambda$  ( $n = \text{自然数}$ )、あるいは  $SP1 = SP2 = n\lambda + 1/2\lambda$  ( $n = \text{整数}$ ) になるように形成されている弾性表面波フィルタである。

【0010】この請求項1では、通過帯域外周波数の挿入損失を大きくして、十分な減衰量を確保することができるとともに、縦インハーモニックモードを低減させて、いわゆる周波数ジャンプによるフィルタリング不良を低減することができる。

【0011】請求項2の発明は、請求項1の構成において、前記第1のすだれ状電極のピッチPT0、前記第2のすだれ状電極のピッチPT1、前記第3のすだれ状電

極のピッチ  $PT_2$  及び第 1 反射器と第 2 反射器のピッチ  $PR$  が、 $PT_0 < PT_1 = PT_2 < PR$ 、もしくは  $PR < PT_1 = PT_2 < PT_0$  の関係になるように形成されている弾性表面波フィルタである。

【0012】この請求項2では、第1のすだれ状電極乃至第3のすだれ状電極及び反射器のピッチをいわゆる周波数上昇型、もしくは周波数下降型にする事により、縦インハーモニックモードを低減させて、いわゆる周波数ジャンプによるフィルタリング不良を低減することができる。

【００１３】請求項３の発明は、請求項１乃至請求項２のいずれかの構成において、前記第２すだれ状電極の対数と前記第３すだれ状電極の対数とが等しくなるように形成されている弾性表面波フィルタである。

【0014】この請求項3では、第2のすだれ状電極と第3のすだれ状電極の対数を等しくする。これにより、第1のすだれ状電極を中心とした左右対称の形状に形成されて入力インピーダンスと出力インピーダンスの終端条件が同じになり、急峻なフィルタ特性を得ることができる。

【0015】請求項4の発明は、請求項1乃至請求項2の構成において、前記第2のすだれ状電極の対数M2と前記第1のすだれ状電極、前記第2のすだれ状電極及び前記第3のすだれ状電極の対数の総和Mの関係は、 $M/M2$ がほぼ3～4の範囲にある請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の弾性表面波フィルタである。

【0016】この請求項4では、対数の総和Mとの関係は、 $M/M_2$ がほぼ3～4の範囲に設定することで、通過帯域内周波数の挿入損失を小さくして通過帯域内の減衰量を小さくすることができる。

【００１７】請求項５の発明は、請求項１乃至請求項４のいずれかの構成において、前記対数の総和 $M$ が１５０対 $\leq M \leq 300$ 対の範囲内にある弾性表面波フィルタである。

【0018】この請求項5では、前記対数の総和Mが150対 $\leq$ M $\leq$ 300対の範囲内に設定することで、市場要求を満足する小型サイズとフィルタ性能を備えた弾性表面波フィルタを実現することができる。

【００１９】請求項６の発明は、請求項１乃至請求項５のいずれかの構成において、前記第１のすだれ状電極と前記第２のすだれ状電極及び前記第１のすだれ状電極と前記第３のすだれ状電極間にそれぞれ第１クロスバスパー導体及び第２クロスバスパー導体が設けられている弾性表面波フィルタである。

【0020】この請求項6では、第1クロスバスパワー導体及び第2クロスバスパワー導体を設けることで、第1のすだれ状電極と第2のすだれ状電極、および第1のすだれ状電極と第3のすだれ状電極の電気的分離を強めることができ、加えて第1のすだれ状電極乃至第3のすだれ状電極を外部端子と接続する際のワイヤボンディング数

を少なくすることができる。

【0021】請求項7の発明は、請求項1乃至請求項6のいずれかの構成において、圧電基板は、STカットあるいはKカットで形成された水晶板である弾性表面波フィルタである。

【0022】この請求項7では、圧電基板にSTカットあるいはKカットの水晶板を用いて、温度変化等の外界の影響を受けにくい弾性表面波フィルタを作製することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】第1の実施の形態

以下、この発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0024】図1は本発明の縦結合型SAWフィルタの電極パターンの好ましい実施の形態を示す平面図であり、図1を参照してSAWフィルタ10について詳しく説明する。図1のSAWフィルタは、圧電基板11、第1 IDT 12、第2 IDT 13、第3 IDT 14、反射器15、16等からなっている。圧電基板11は例えば水晶板であって、水晶より切り出されたST-X伝搬カット、LST-X伝搬カット、Kカットなどの特定のウェハをダイシングして得られる素子片である。

【0025】この圧電基板11を伝搬する弾性表面波の速度Vは、圧電基板11の材料、第1 IDT 12乃至第3 IDT 14及び反射器15、16の厚さや幅等によって決定される。この圧電基板11の表面上をレーリー波、リーキー波、STW (Surface Transverse Wave) 波等の弾性表面波が矢印X方向に向かって伝搬する。

【0026】第1 IDT 12は圧電基板11のほぼ中央部に形成されており、複数の電極指からなるくし型電極12a、12bからなっている。くし型電極12a、12bは後述する所定のピッチPT0及び所定の対数M1で形成される。第1 IDT 12には入力端子が接続されていて、入力端子は交流電圧源106に接続されている。入力端子から交流電圧が供給されると、第1 IDT 12から弾性表面波が励振する。

【0027】第1 IDT 12の弾性表面波伝搬方向である矢印X方向には、励振された弾性表面波を電気信号に変換して出力する第2 IDT 13と第3 IDT 14が形成されている。第2 IDT 13はくし型電極13a、13bからなっており、第3 IDT 14はくし型電極14a、14bからなっている。くし型電極13aとくし型電極14a及びくし型電極13bとくし型電極14bはそれぞれ電氣的に接続されて、第2 IDT 13と第3 IDT 14とは並列に接続されている。第2 IDT 13と第3 IDT 14はそれぞれ後述する所定のピッチPT1、PT2及び所定の対数M2、M3で形成されている。第2 IDT 13と第3 IDT 14には電氣的負荷インピーダンスZに接続されていて、第2 IDT 13及び

第3 IDT 14が出力する電気信号を検出する。第2 IDT 13と第3 IDT 14は第1 IDT 12からそれぞれ間隔SP1、SP2だけ離れて形成されている。

【0028】第2 IDT 13と第3 IDT 14の各電極指はこのましくは互いに同一のピッチ (PT1=PT2) で同一の対数 (M2=M3) 及び同一の間隔 (SP1=SP2) で形成されている。これにより、SAWフィルタ10は中心線CL1に対して対称になるように設けられるため、入力インピーダンスと出力インピーダンスの終端条件が同一になり、良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0029】第2 IDT 13及び第3 IDT 14の弾性表面波伝搬方向には反射器15、16が設けられている。第1反射器15及び第2反射器16は後述する所定のピッチPRであって所定の本数M4で形成されている。反射器15、16は第1 IDT 12から出力された弾性表面波を反射して第1反射器15及び第2反射器16内に閉じ込め、多段反射することで定在波を形成する。上述した第1 IDT 12、第2 IDT 13、第3 IDT 14、第1反射器15及び第2反射器16は圧電基板11上に、Al、Au、Cu等の導体金属膜を蒸着あるいはスパッタリング等の成膜形成手段により形成した上で、フォトリソグラフィ技術によりパターン形成される。

【0030】ここで、図1のSAWフィルタが挿入損失が小さく通過周波数帯域外での減衰量が大い急峻で十分なフィルタ特性を持つためのパラメータ設定について考察する。一般的にSAWフィルタの特性は、各IDT 12、13、14及び反射器15、16の各電極指のピッチ、間隔SP1、SP2及び対数、電極指の膜厚と幅等によって決定されるが、この中でも各IDT 12、13、14及び反射器15、16の各電極指のピッチ、間隔SP1、SP2及び対数のパラメータについて考察する。なお、図2乃至図9に示されるグラフ図はスミスの等価回路を用いたシミュレーションにおける結果を示しているが、実際のSAWフィルタ10における実測値とシミュレーション値には食い違いが生じる場合がある。しかしSAWフィルタ10の特性は一致するものであるから、シミュレーション結果に基づいて考察するものとする。

【0031】まず、第1 IDT 12乃至第3 IDT 14と反射器15、16のピッチについて詳しく説明する。一般的に角周波数 $\omega$ は以下の式で与えられる。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi V / \lambda \cdots (1)$$

ここで、fは弾性表面波の周波数、Vは弾性表面波の速度、 $\lambda$ は弾性表面波の波長を示している。波長 $\lambda$ は各IDT及び反射器のピッチの2倍 ( $\lambda = 2P$ ; P=ピッチ) となるため、式(1)は以下の式に変形することができる。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi V / 2P \cdots (2)$$

このとき、図1の各IDT及び反射器のピッチが以下の式になるように形成すると、通過帯域外の周波数における挿入損失を大きくすることができ、通過帯域外における減衰量を大きく確保することができる。

【0034】

$$PT_0 < PT_1 = PT_2 < PR \cdots (3)$$

なお、上述したように、 $PT_0$ は第1IDT12の電極指のピッチ、 $PT_1$ は第2IDT13の電極指のピッチ、 $PT_2$ は第3IDT14の電極指のピッチ、 $PR$ は各反射器15、16の電極指のピッチである。

【0035】ここで、図2を参照して上述の事項を詳しく説明する。図2は図1における各IDTおよび反射器の角周波数に関する概念図を示しており、横軸は前述図1における弾性表面波の位相伝搬方向の距離であり、縦軸は各IDTおよび各反射器における角周波数 $\omega$ である。また、第1IDTの対数 $M_1=105$ 対、第2IDT13および第3IDT14の対数 $M_2=M_3=60$ 対、各反射器15、16の電極指の本数 $MR=109$ 本とし、第1IDT12と第2IDT13間及び第1IDT12と第3IDT14間の距離 $SP_1$ 、 $SP_2$ は $SP_1=SP_2=n\lambda$  ( $n$ =自然数)あるいは $SP_1=SP_2=n\lambda+1/2\lambda$  ( $n$ =整数)に設定されている。

【0036】式(2)を見ると、角周波数 $\omega$ は電極指のピッチに反比例していることがわかる。よって、各IDT12、13、14及び各反射器15、16の各電極指のピッチを式(3)のように設定すると、式(2)により以下の式が導き出され、図2のようなグラフになる。

$$-0.037-\omega_1>\omega_2=\omega_3>\omega_R \cdots (4)$$

なお、第1IDT12の角周波数を $\omega_1$ 、第2IDT13の角周波数を $\omega_2$ 、第3IDT14の角周波数を $\omega_3$ 、反射器15、16の角周波数を $\omega_R$ とする。図3には、式(4)のように設定したときの周波数-挿入損失特性を示しており、図3のグラフ301は $\omega_1=\omega_2=\omega_3=2762$  (rad/s)に設定した場合の周波数-挿入損失特性を示し、グラフ302は $\omega_1=2762$  (rad/s)、 $\omega_2=\omega_3=2754$  (rad/s)、 $\omega_R=2750$  (rad/s)に設定した場合の周波数-挿入損失特性を示している。図3においてグラフ301では通過周波数帯域より下側の周波数領域で外部回路を用いて整合を図っても縦インハーモニックモード303が発生しているのに対し、式(4)のように設定し外部回路を用いて整合を図ることにより線302には発生していない。これは、式(4)のように設定することにより、弾性表面波のエネルギーが第1IDT12により強く閉じ込められ、第2IDT13と反射器15及び第3IDT14と反射器16の端部を節とする内部反射が減少するからであり、これにより縦インハーモニックモード303が発生しなくなる。

【0038】以上のことから、各IDT12、13、14及び反射器15、16の電極指のピッチを式(3)の

ように設定し、かつ第1IDT12と第2IDT13の間隔 $SP_1$ 及び第1IDT12と第3IDT14の間隔 $SP_2$ とを $SP_1=SP_2=n\lambda$  ( $n$ =自然数)もしくは $SP_1=SP_2=n\lambda+1/2\lambda$  ( $n$ =整数)に設定することで、SAWフィルタ10は、縦インハーモニックモード303による周波数ジャンプを起こすことなく、通過帯域外の周波数を確実に遮断することができる。

【0039】尚、参照文献として鈴木、滝水、山内等の文献「エネルギー閉じ込め弾性表面波共振子」、信学技報、US87-36、pp. 9-16 (1980)が挙げられる。さらにこの角周波数の構成が妥当であるのは、水晶ST-Xカット、Kカット等の圧電基板にアルミニウムで電極構成した、いわゆるエネルギー下降型の波数分散特性をもつ場合である。もし前記カット圧電基板に金電極を形成した場合のような、周波数降下型の波数分散特性をもつ場合においては、図2の角周波数 $\omega$ の大小関係を全部逆に設定する必要がある。

【0040】次に、図4を参照して各IDT12、13、14の対数について考察する。なお、図4は $M=150$ 対、 $M=225$ 対、 $M=300$ 対に設定した際、各対数の総和と通過帯域の周波数における挿入損失とのグラフ図を示している。なお、 $M=M_1+M_2+M_3$ 、 $DIV=M/M_2=M/M_3$ とする。図4で示されるように、挿入損失が最小となる $DIV$ の範囲はほぼ $3 \leq DIV \leq 4$ の範囲にあることがわかり、対数の総和 $M$ が大きくなると挿入損失が小さくなることも示されている。

【0041】これは、弾性表面波を発生する第1IDT12の面積と弾性表面波を検出する第2IDT13と第3IDT14の合計面積とがほぼ等しくなること ( $DIV=4.0$ ) が望ましいが、弾性表面波のエネルギーが第1IDT12により強く閉じ込められている分、第2IDT13と第3IDT14の合計面積を第1IDT12の面積より多少大きく設定した範囲においても挿入損失が最小となることを示している。また、対数の総和 $M$ が大きくなると挿入損失が小さくなるのは、反射器15、16に挟まれている各IDT12、13、14の面積が大きくなったからであり、各IDT12、13、14の面積が大きくなると挿入損失が小さくなることは一般的に知られている。

【0042】以上のことから $3 \leq DIV \leq 4$ に設定することで、通過周波数帯域内における挿入損失を小さく設定することが可能となる。ここで、SAWフィルタ10の小型化、実用化の観点から $M=150$ 対~ $300$ 対が妥当であるため、図4には $M=150$ 対、 $M=225$ 対、 $M=300$ 対に設定した場合のみ言及している。しかし、 $150 \leq M \leq 300$ 対の範囲はもちろんのこと、 $M < 150$ 対もしくは $M > 300$ 対の範囲においても、ほぼ $3 \leq DIV \leq 4$ の範囲で挿入損失が最小になる。ただし、 $M < 150$ 対の範囲では挿入損失が大きく

なり実用的ではなく、また $M > 300$ 対の範囲では挿入損失は十分小さいが、小型化に逆行し実用的ではない。

【0043】つぎに図5における、第1 IDT 12と第2 IDT 13間の距離 $SP1$ および第1 IDT 12と第3 IDT 14間の距離 $SP2$ の変化に対する縦結合型SAWフィルタの伝送特性の変化を示している。図5において、グラフ501は $SP1 = SP2 = n\lambda$  ( $n$ =自然数)あるいは $SP1 = SP2 = n\lambda + 1/2\lambda$  ( $n$ =整数)と設定した際の伝送特性を示し、グラフ502は $SP1 = SP2 = n\lambda + 1/4\lambda$  ( $n$ =整数)あるいは $SP1 = SP2 = n\lambda + 3/4\lambda$  ( $n$ =整数)と設定した際の伝送特性を示す。グラフ502は1つの共振モードのみをもつ共振子特性であり、広帯域なフィルタとしては機能しない。一方グラフ501は後述する図6(B)の二つのほぼ同等振幅のピークP2、P3が励振されており通過周波数帯域を有するSAWフィルタ10が実現できる。これは、第1 IDT 12の中心線CL1において振動強度が最も強いピークを持つモードと、第1 IDT 12と第2 IDT 13の境界と第1 IDT 12と第3 IDT 14の境界において振動強度が最も強いピークを持つモードの2つのモードが励振されて、2つの共振ピークが現れるためである。

【0044】図6には、上述した各IDT 12、13、14及び反射器15、16の各電極指のピッチの最適化、スペース $SP1$ 、 $SP2$ の最適化及び第2 IDT 13と第3 IDT 14の対数 $M2$ 、 $M3$ の最適化を図った際の周波数-挿入損失のグラフ図を示している。

【0045】まず図6(A)は、第1 IDT 12、第2 IDT 13、第3 IDT 14の対数 $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ が等しく( $M1 = M2 = M3$ )、間隔 $SP1 = SP2 = n\lambda + 1/4\lambda$  ( $n$ =自然数)あるいは $SP1 = SP2 = n\lambda + 3/4\lambda$  ( $n$ =整数)に形成されている場合の周波数-挿入損失のグラフを示している。図6(A)において、周波数-挿入損失には1つのピークP1が現れているのみで、周波数帯域フィルタとしての機能を果たすことはできない。

【0046】次に、 $SP1 = SP2 = n\lambda$  ( $n$ =自然数)もしくは $SP1 = SP2 = n\lambda + 1/2\lambda$  ( $n$ =整数)になるように第2 IDT 13と第3 IDT 14を形成し、第2 IDT 13及び第3 IDT 14の対数の数を $3 \leq M/M2 \leq 4$ 内に設定し、さらに $PT0 < PT1 = PT2 < PR$ になるように形成すると、図6(B)において2つのピークP2、P3が現れる。そして外部の整合回路により適切な整合を行うことにより、図6(C)に示すように縦ハーモニックモードの出現を防止して通過帯域内において低損失化を実現した、良好なフィルタ特性を示すことができる。尚、SAWフィルタ10が図1の中心線CL1に対して対称になるように形成されることで、入力インピーダンスと出力インピーダンスの終端条件を同じにすることができ、図6(C)の部位70

1、702の勾配を急峻にする事ができる。

#### 【0047】第2の実施の形態

図7には第2の実施の形態を示す平面図を示しており、図7を参照してSAWフィルタについて詳しく説明する。尚、第2の実施形態では第1の実施形態と同様な部分に付いては同一の符号を付してその説明を省略し、異なる部分を中心に説明する。

【0048】図7のSAWフィルタ600Aが図1のSAWフィルタ10と異なる点は、クロスバスパークが形成されていることである。第1クロスバスパーク610、第2クロスバスパーク611は第1 IDT 12と第2 IDT 13の間及び第1 IDT 12と第3 IDT 14の間にそれぞれ形成されている。第1クロスバスパーク610と第2クロスバスパーク611は弾性表面波の伝搬方向に対して垂直に幅Bで形成されており、電気的に接地されている。これにより、SAWフィルタ600Aは図1のSAWフィルタ10と同様の作用効果を発揮するとともに、第1 IDT 12と第2 IDT 13、および第1 IDT 12と第3 IDT 14の電気的分離を強めることができる。

【0049】さらに第1 IDT 12、第2 IDT 13、第3 IDT 14の同電位電極を平面的に導通させることにより、パッケージグラントとの間のワイヤボンディング数を少なくすることができる。なおクロスバスパーク610、611の導体幅Bと第1のIDT 12の端部12bの両側における間隔すだれ状電極間の長さの合計長 $B + SPi + SPo$ であり、 $B + SPi + SPo = n\lambda$  ( $n$ =整数)あるいは $B + SPi + SPo = n\lambda + 1/2\lambda$  ( $n$ =整数)に設定すれば、図5とほぼ同じような

伝送特性が得られる。よって、二つのほぼ同等振幅のモードが励振されておりSAWフィルタが実現できる。

【0050】本発明は上記実施の形態には限定されない。図1において、第1 IDT 12の本数は例えば105対に形成されているが、電極指を1本減らした場合であっても得られるフィルタ特性は同じものとなる。その理由は以下の通りである。第1 IDT 12の対数を変更することは、中心間距離 $SP1$ もしくは $SP2$ が変わってしまう、フィルタの位相が変わってしまうように思われる。しかし、第1 IDT 12の電極指は $1/2\lambda$ ピッチで形成されているため、見かけ上中心距離が変わっても、得られるフィルタ特性は変わらない。

#### 【0051】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1と請求項2の発明によれば、十分な周波数通過帯域を形成して、かつ通過帯域内での挿入損失を小さくして減衰量を小さくすることができるとともに、縦インハーモニックモードを低減させて周波数ジャンプによるフィルタリング不良を低減することができる。

【0052】請求項3の発明によれば、通過帯域と通過帯域外との境において急峻なフィルタ特性を得ることが



できる。

【0053】請求項4と請求項5の発明によれば、第2 IDTと第3 IDTの対数を調整して、周波数通過帯域内において低損失化を実現することができる。

【0054】請求項6の発明によれば、各 IDTを電氣的に接続するためのワイヤボンディングの数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の弾性表面波フィルタの好ましい実施の形態を示す平面図。

【図2】 本発明の弾性表面波フィルタにおける各 IDT及び反射器の角振動数特性を示すグラフ図。

【図3】 弾性表面波フィルタにおける周波数挿入損失特性を示すグラフ図であって、本発明の特性と従来技術の特性とを比較したグラフ図。

【図4】 弾性表面波フィルタにおける IDT分割数D IV挿入損失特性を示すグラフ図であって、本発明の

特性と従来技術の特性とを比較したグラフ図。

【図5】 本発明の弾性表面波フィルタにおける各 IDT及び反射器の角振動数特性を示すグラフ図。

【図6】 弾性表面波フィルタにおける周波数挿入損失特性を示すグラフ図であって、(A)は従来技術の特性、(B)、(C)は本発明の特性を示すグラフ図。

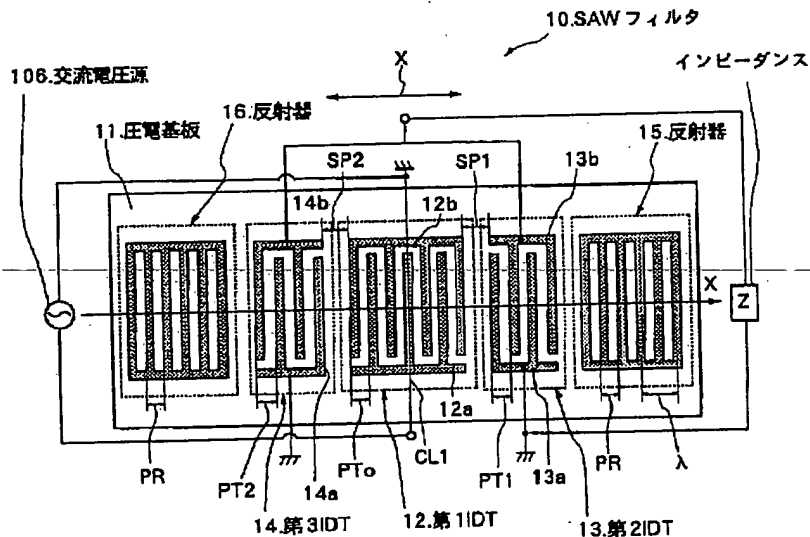
【図7】 本発明の弾性表面波フィルタにおける別の実施の形態を示す平面図。

【図8】 従来の弾性表面波フィルタの一例を示す平面図。

【符号の説明】

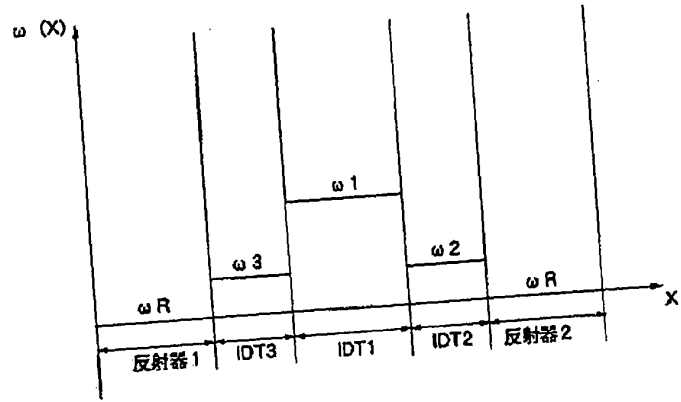
- 10・・・SAWフィルタ (弾性表面波フィルタ)
- 11・・・圧電基板
- 12・・・第1 IDT
- 13・・・第2 IDT
- 14・・・第3 IDT
- 15、16・・・反射器

【図1】

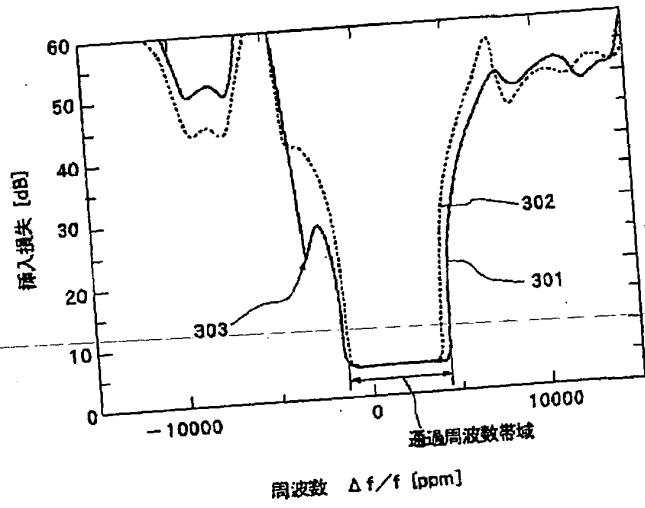


(8)

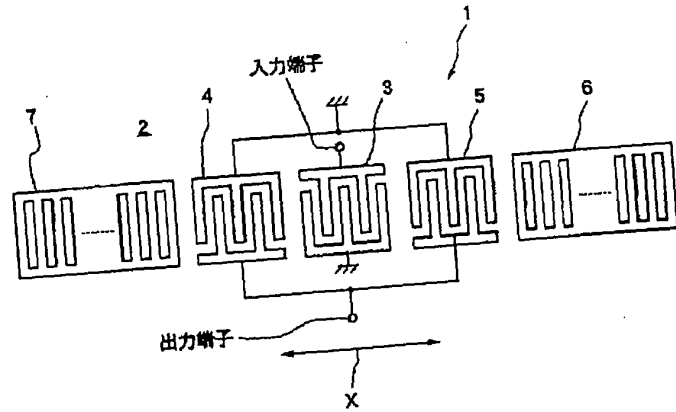
【図2】



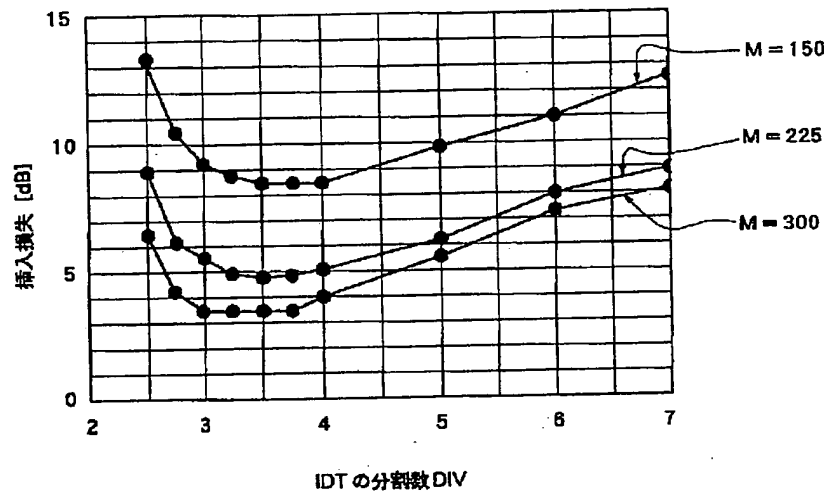
【図3】



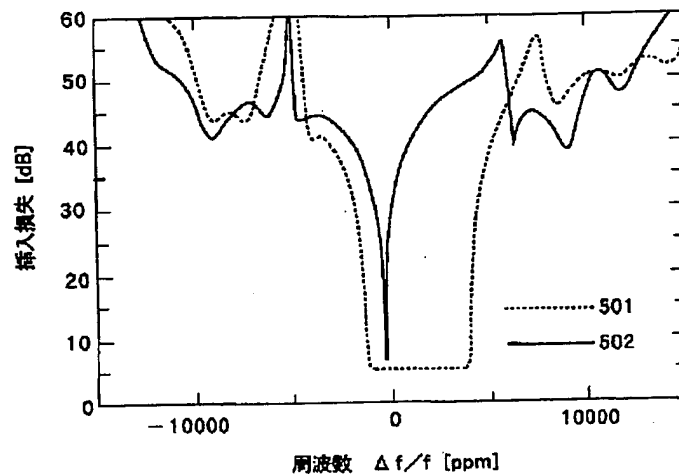
【図8】



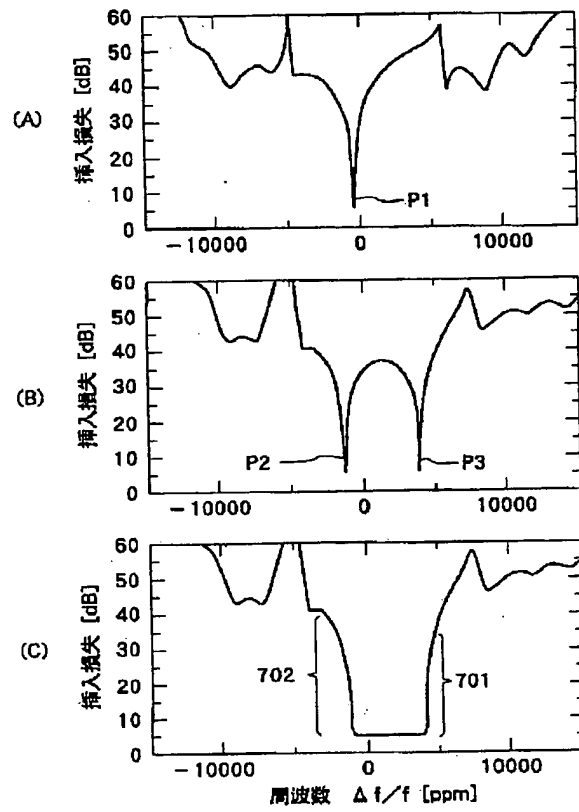
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

